



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Odontología

Unidad de Posgrado

**“Efecto de dos irrigantes intermedios en la formación
del precipitado paracloroanilina, producto de la
interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato
de clorhexidina 2%”**

TESIS

Para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en
Cariología y Endodoncia

AUTOR

Johanna Viviana HERNÁNDEZ BRAVO

ASESOR

Teresa Angélica EVARISTO CHIYONG

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Hernández J. “Efecto de dos irrigantes intermedios en la formación del precipitado paracloroanilina, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato de clorhexidina 2%” [Tesis de Segunda Especialidad]. Lima: Facultad de Odontología / Unidad de Posgrado; 2018.



68ra A.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

UNIDAD DE POSGRADO

N° 008-FO-UPG-2018

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL**

En la ciudad Universitaria, a los 14 días del mes de junio del año dos mil dieciocho, siendo las 12:00 horas, se reunieron los Miembros del Jurado de Titulación para llevar a cabo la sustentación de la Tesis titulada: **"EFECTO DE DOS IRRIGANTES INTERMEDIOS EN LA FORMACIÓN DEL PRECIPITADO PARACLOROANILINA PRODUCTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE HIPOCLORITO DE SODIO 2.5% Y GLUCONATO DE CLORHEXIDINA 2%"**, para optar el Título de Segunda Especialidad Profesional en Cariología y Endodoncia.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación correspondiente, después de la cual obtuvo la siguiente calificación:

APROBADO

Escala

14

Número

CATORCE

Letras

A continuación, la Presidenta del Jurado, en virtud de los resultados favorables, recomienda que la Facultad de Odontología proponga que la Universidad le otorgue a la C.D. Doña **JOHANNA VIVIANA HERNÁNDEZ BRAVO** el Título de Segunda Especialidad Profesional en Cariología y Endodoncia.

Se expide la presente acta en cuatro originales y siendo las 13:10, se da por concluido el acto académico de sustentación.

Dra. Doris Elizabeth Salcedo Moncada
Presidenta

Mg. Arnaldo Alfredo Munive Degregori
Miembro

C.D. Esp. Felipe Enrique Lozano Castro
Miembro

Escala de calificación

- Excelente 20, 19
- Muy bueno 18, 17
- Bueno 16, 15
- Aprobado 14
- Desaprobado 13 o menos

**“EFECTO DE DOS IRRIGANTES INTERMEDIOS EN LA
FORMACIÓN DEL PRECIPITADO PARACLOROANILINA,
PRODUCTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE HIPOCLORITO
DE SODIO 2.5% Y GLUCONATO DE CLORHEXIDINA 2%”**

MIEMBROS DEL JURADO

- **Presidenta:** Dra. Doris Elizabeth Salcedo Moncada
- **Miembro:** Mg. Arnaldo Alfredo Munive Denegri
- **Miembro:** Esp. Enrique Lozano Castro

ASESORA

Dra. Teresa Angélica Evaristo Chiyong

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi fortaleza.

A mi mamá, por su esfuerzo incalculable, apoyo constante y consejos.

A mi papá, quien desde el cielo siempre me ayuda y cuida.

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores de la Especialidad, por los conocimientos y consejos aportados.

A mi asesora, Dra. Teresa Evaristo Chiyong; por su ayuda, orientación, tiempo y confianza durante el desarrollo de la presente investigación.

A los docentes de la Facultad de Odontología y de Ciencias Biológicas de la UNMSM, quienes me dieron sugerencias y apoyaron.

A mis amigos, por ayudarme y brindarme ánimos.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1.	Situación Problemática	1
1.2.	Formulación del problema	3
1.3.	Justificación	3
1.4.	Objetivos	
1.4.1.	Objetivo General	4
1.4.2.	Objetivos Específicos	4
1.5.	Limitaciones	4
1.6.	Viabilidad	5

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de la Investigación	6
2.2.	Bases Teóricas	15
2.3.	Hipótesis	23
2.4.	Identificación de las variables	24
2.5.	Operacionalización de Variables	24

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1.	Tipo de Estudio	26
3.2.	Unidad de Análisis	26
3.3.	Población de Estudio	27
3.4.	Tamaño de la muestra	27
3.5.	Selección de la muestra	28
3.6.	Técnica de recolección de datos	28
3.7.	Análisis e interpretación de la información	30

4. CAPÍTULO II: RESULTADOS

5. CAPÍTULO III: DISCUSIÓN

6. CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

7. CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES

8. CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formación de paracloroanilina con el irrigante intermedio, solución salina normal 0.9% (Grupo 1).

Tabla 2. Formación de paracloroanilina con el irrigante intermedio, alcohol isopropílico 90% (Grupo 2).

Tabla 3. Formación de paracloroanilina sin el uso de irrigante intermedio (Grupo 3).

Tabla 4. Comparación de la presencia de paracloroanilina según su grupo de estudio.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Formación de paracloroanilina en el grupo 1 (Porcentaje).

Gráfico 2. Formación de paracloroanilina en el grupo 2 (Porcentaje).

Gráfico 3. Formación de paracloroanilina en el grupo 3 (Porcentaje).

RESUMEN

La presente investigación, de tipo experimental y de corte transversal. Tuvo como objetivo analizar el efecto de dos irrigantes intermedios en la formación del precipitado paracloroanilina, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato de clorhexidina 2%. La muestra estuvo conformada por 90 premolares unirradiculares ($n = 30$). Toda la muestra fue decoronada a una longitud de 16 mm medida desde el ápice anatómico, la preparación biomecánica se realizó con el sistema rotatorio Protaper Next. La irrigación se realizó según el grupo de estudio: grupo 1 (5ml de NaOCL 2.5% + 5 ml de solución salina normal 0.9% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel), grupo 2 (5ml de NaOCl 2.5% + 5 ml de alcohol isopropílico 90% + aspiración y secado con conos de papel + 5ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel) y grupo 3 (5 ml de NaOCl 2.5% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel). Para determinar la presencia de paracloroanilina a lo largo de la superficie del conducto radicular, toda la muestra fue cortada longitudinalmente, observada en un microscopio estereoscópico y finalmente se aplicó un score (Grado 0, 1, 2 y 3). Los resultados mostraron que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (U de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni = $p > 0.05$) al realizar la comparación del grupo 1 con el grupo 2. El grupo 2 mostró 16 (53.3%) piezas dentarias sin presencia de PCA. En comparación con el grupo 1, donde se evidenció 7 (23.3%) piezas dentarias libres de PCA. Se concluye que la presencia del precipitado paracloroanilina, producto de la interacción entre los irrigantes hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina se encuentra relacionada al uso de irrigantes intermedios.

Palabras Clave: Clorhexidina, hipoclorito de sodio, irrigantes del conducto radicular, tratamiento de conducto radicular.

ABSTRACT

The present investigation, of experimental type and of cross section. The objective was to analyze the effect of two intermediate irrigants in the formation of the parachloroaniline precipitate, product of the interaction between 2.5% sodium hypochlorite and 2% chlorhexidine gluconate. The sample consisted of 90 unirradicular premolars ($n = 30$). The whole sample was decorated to a length of 16 mm from the anatomical apex, the biomechanical preparation was made with Protaper Next system. Irrigation was carried out according to the study group: group 1 (5 ml of NaOCl 2.5% + 5 ml of normal saline 0.9% + aspiration and drying with paper cones + 5 ml of chlorhexidine gluconate 2% + aspiration and drying with paper cones), group 2 (5 ml of NaOCl 2.5% + 5 ml of isopropyl alcohol 90% + aspiration and drying with paper cones + 5 ml of chlorhexidine gluconate 2% + aspiration and drying with paper cones) and group 3 (5 ml of NaOCl 2.5% + aspiration and drying with paper cones + 5 ml of chlorhexidine gluconate 2% + aspiration and drying with paper cones). To determine the presence of parachloroaniline along the surface of the root canal, the entire sample was cut longitudinally, observed in a stereoscopic microscope and finally a score was applied (Grade 0, 1, 2 and 3). The results found that there were no statistically significant differences (U of Mann-Whitney with Bonferroni correction = $p > 0.05$) when comparing group 1 with group 2. Group 2 showed 16 (53.3%) teeth without presence of PCA. In comparison with group 1, where 7 (23.3%) PCA-free teeth were evident. It is concluded that the presence of the parachloroaniline precipitate, the product of the interaction between irrigant sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate, is related to the use of intermediate irrigants.

Keys Words: Chlorhexidine gluconate, sodium hypochlorite, root canal irrigants, root canal therapy.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

El éxito de los tratamientos de conductos depende del desbridamiento químico-mecánico del tejido pulpar, restos de dentina, microorganismos y biofilm bacteriano. Por lo tanto, para un tratamiento con pronóstico favorable en el manejo de la infección endodóntica es importante reconocer el origen del problema y remover los factores etiológicos de importancia ¹.

La instrumentación por si sola no es suficiente para desbridar completamente el sistema de conducto radicular, sobre todo en conductos con forma irregular e istmos ². El tiempo extra que ganamos con el uso de instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio debe ser utilizado para realizar una irrigación abundante, porque de esta forma se logra una mejor desinfección y se contribuye con el éxito del tratamiento ¹. Por consiguiente, se requiere de agentes de desinfección efectivos ².

La irrigación segura y efectiva es de importancia puesto que posee funciones químicas, mecánicas y (micro) biológicas. Existe una gran variedad de soluciones irrigantes con diferentes características y propiedades ³.

Uno de los irrigantes más utilizados es el hipoclorito de sodio (NaOCl), dentro de sus propiedades más importantes se encuentran: acción antimicrobiana y capacidad de disolución de tejido orgánico. Sin embargo, el hipoclorito de sodio en altas concentraciones es tóxico y puede irritar los tejidos periapicales.

Una alternativa al hipoclorito de sodio es el gluconato de clorhexidina (CHX); que se ha introducido como un agente antimicrobiano de amplio espectro para la desinfección del conducto radicular ⁴.

Por otra parte, se afirma que un sólo irrigante no cumple con todas las propiedades necesarias para una desinfección adecuada; incluso con la aplicación de métodos como: reducción de pH, aumento de temperatura, adición de agentes tensioactivos para aumentar su eficacia de humectación. En endodoncia contemporánea, se utiliza a menudo más de un irrigante (un irrigante durante todo el tratamiento, otro irrigante para la eliminación de barrillo dentinario y uno final para la última irrigación) con el objetivo de complementar sus deficiencias ⁵.

En el año 2006, Zehnder propuso el uso de gluconato de clorhexidina como la mejor opción para ser utilizado como irrigante final, sobre todo en casos de retratamiento donde se encuentran un gran porcentaje de bacterias gram positivas en el sistema de conducto radicular ⁶.

Cuando dos o más irrigantes entran en contacto en el interior del sistema de conducto radicular se forman subproductos, estos subproductos son precipitados sólidos que pueden ocluir los túbulos dentinarios y formar una barrera entre el material de obturación y la dentina radicular. De este modo, aumenta el riesgo de microfiltración coronal o apical. Además, los productos formados podrían ser tóxicos para los tejidos periapicales ⁷.

En el año 2007, Bettina Basrani realizó una investigación acerca de la interacción entre hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina, donde obtuvo la formación de un precipitado color marrón oscuro con contenido de paracloroanilina (PCA) al mezclar hipoclorito de sodio con gluconato de clorhexidina. Asimismo, encontró que la cantidad de paracloroanilina fue directamente proporcional al aumento de la concentración del hipoclorito de sodio. A causa de estos hallazgos, se ha recomendado el uso de un irrigante intermedio o alternativo para evitar la formación de precipitados ⁸.

Teniendo en cuenta la importancia y consecuencias de utilizar irrigantes en conjunto durante el desarrollo de tratamientos de conducto radicular. Se decidió realizar la siguiente investigación para dar a conocer el irrigante intermedio que mejor evita la interacción entre hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el efecto de dos irrigantes intermedios en la formación del precipitado paracloroanilina, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato de clorhexidina 2%?

1.3. Justificación

La formación del precipitado paracloroanilina (resultado de la interacción entre hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina) es de relevancia clínica, a consecuencia de que posee efectos cancerígenos sobre los tejidos y disminuye el éxito de los tratamientos de conductos.

La aplicación de los resultados del siguiente estudio permitirá obtener tratamientos de conductos de mejor calidad. Porque al conocer el irrigante intermedio que mejor evita la formación de PCA, se logrará mejorar la desinfección y sellado de la obturación del sistema de conductos. Dado que es necesario utilizar protocolos que incluyen el uso de más de un irrigante para aumentar su acción y propiedades.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar el efecto de dos irrigantes intermedios en la formación del precipitado paracloroanilina, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato de clorhexidina 2%.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la formación de paracloroanilina al realizar irrigaciones de hipoclorito de sodio 2.5%, seguido de solución salina normal 0.9% y finalmente con gluconato de clorhexidina 2%.
- Evaluar la formación de paracloroanilina al realizar irrigaciones de hipoclorito de sodio 2.5%, seguido de alcohol isopropílico 90% y finalmente con gluconato de clorhexidina 2%.
- Evaluar la formación de paracloroanilina sin el uso de irrigante intermedio.
- Comparar el efecto de dos irrigantes intermedios en la formación de paracloroanilina en los grupos a estudiar.

1.5. Limitaciones

- No se contó con aparatología adecuada para un estudio más profundo. Como es el boquímico, de densidad y espectrofotometría.
- No hubo limitaciones de recursos humanos, porque el estudio se realizó in vitro.

- No hubo limitaciones de procedimiento porque las técnicas de preparación químico mecánica fueron factibles de realizar.
- No hubo limitaciones de tiempo porque el estudio se realizó de manera progresiva.

1.6. Viabilidad

El presente estudio fue factible. De modo que no dependió de otras personas, hubo disponibilidad de recursos y los costos pudieron ser solventados para su ejecución.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Vouzara et al. ⁹ (2016). Evaluaron la capacidad de irrigantes para inducir efectos citotóxicos cuando son aplicados solos o en combinación. Células MRC5 crecieron en cultivos monocapa a 37°C en una atmósfera con CO₂ 5% en aire y 100% de humedad. Las células fueron expuestas a hipoclorito de sodio (NaOCl), ácido etildiaminotetraacético (EDTA), clorhexidina (CHX) y sus combinaciones (NaOCl/EDTA, NaOCl/CHX y EDTA/CHX) en diluciones. El efecto de la supervivencia de las células fue estimada después de 6 y 24 horas de exposición por medio del test de sulforodamina B, en referencia a controles. Encontraron que CHX fue significativamente más citotóxica que NaOCl y EDTA, NaOCl fue significativamente más citotóxico que EDTA. Adicionalmente, la acción de combinar irrigantes no produjo un incremento significativo en su citotoxicidad.

Benavides et al. ¹⁰ (2015). Tuvieron como objetivo determinar la presencia de PCA en una mezcla de hipoclorito de sodio 5,25% y clorhexidina 2% por medio de espectroscopía de resonancia magnética nuclear de 600 MHz. Inicialmente, se analizó una muestra comercial de PCA al 98% (Grupo 1: GPCA) mediante resonancia magnética nuclear (RMN-H1 600 MHz) con dimetilsulfoxido perdeuterado (d6-DMSO) como disolvente para conocer el espectro basal del reactivo puro. Para el grupo 2 (GHC) se prepararon 10 mezclas compuestas de 0.5 ml de NaOCl 5.25% con 0.5 ml de CHX 2%

(proporción 1:1 v/v), cada una se centrifugó durante 10 minutos a 25°C. Seguidamente, se eliminó el supernatante mediante aspiración y se mantuvo en una secadora al vacío para obtener el precipitado sólido. Este último se disolvió en 1.0 ml de d6-DMSO para ser analizado mediante RMN-H1 600 MHz. Concluyeron que el precipitado formado por la mezcla de NaOCl y CHX no presenta PCA.

Magro et al. ¹¹ (2015). Tuvieron como objetivo evaluar la efectividad de alcohol isopropílico, solución salina y agua destilada para prevenir la formación de precipitados entre hipoclorito de sodio (NaOCl) y gluconato de clorhexidina (CHX). Conjuntamente evaluaron el efecto del precipitado en la fuerza de adhesión de un cemento a base de resina epóxica en la dentina radicular. La muestra estuvo conformada por 50 caninos recién extraídos (n = 10), que fueron instrumentados. En el grupo 1 las piezas dentarias fueron irrigadas con EDTA 17% y NaOCl 2.5%. Grupo 2 como el grupo 1, excepto que CHX 2% fue usada como irrigante final. En los otros grupos el irrigante intermedio entre NaOCl y CHX fue: alcohol isopropílico (Grupo 3), solución salina (Grupo 4) y agua destilada (Grupo 5). Toda la muestra fue secada con conos de papel en el cambio de irrigantes y al finalizar el tratamiento. Las muestras fueron sometidas a un análisis en SEM para evaluar la presencia de debris y smear layer en los tercios apical y cervical. Llegaron a la conclusión que todos los grupos tuvieron similar porcentaje de precipitado en las paredes del conducto. Alcohol isopropílico, solución salina y agua destilada no evitaron la formación de precipitado en las paredes del conducto radicular después del uso de NaOCl y CHX. La fuerza de adhesión fue similar en todos los grupos.

Arslan et al. ¹² (2015). Realizaron una investigación que tuvo como objetivo comparar gluconato de clorhexidina y QMix en términos de formación de precipitado naranja-marrón en conductos radiculares. Igualmente, analizar el precipitado producido al mezclar clorhexidina y QMix con NaOCl para determinar dónde se produce paracloroanilina. La muestra estuvo conformada por 57 dientes anteriores unirradiculares, los cuales fueron instrumentados e irrigados con NaOCl 2.5% entre cada instrumento. Luego fueron divididos en 3 grupos (n = 19) e irrigados como sigue: Grupo 1: 5 ml de agua destilada

(grupo control); grupo 2: 5 ml de CHX 2% y grupo 3: 5 ml de QMix. Las piezas fueron cortadas longitudinalmente y fotografiadas con un microscopio estereoscópico; la cantidad de PCA fue evaluada usando un sistema de puntaje. Llegaron a la conclusión que el gluconato de clorhexidina tuvo significativamente más puntaje que QMix en términos de formación de precipitado naranja-marrón en conductos radiculares. Paracloroanilina estuvo presente en la mezcla de CHX y NaOCl. Por otro lado, la mezcla de QMix y NaOCl no resultó en la formación de paracloroanilina.

Riquelme et al. ¹³ (2015). Realizaron una investigación que tuvo como objetivo determinar si la formación de PCA puede ser minimizada usando agua destilada o solución de cloruro de sodio entre hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina como irrigante final. Hipoclorito de sodio (5%, 0.5%, 0.05%, 0.005% y 0.0005%) disuelto en NaCl 0.9% y agua destilada fueron mezclados con gluconato de clorhexidina 2% para la formación de PCA. PCA fue determinada usando espectrofotometría UV-VISIBLE. La absorbancia de PCA fue medida entre hipoclorito de sodio (0.025%, 0.02%, 0.015%, 0.01%, 0.0025%) y CHX 2%. Encontraron que CHX 2% e hipoclorito de sodio con solución de cloruro de sodio formó un precipitado blanco que previene la formación de PCA. PCA se formó con hipoclorito de sodio (0.05%, 0.005%) y clorhexidina 2%. NaOCl 0.005% produjo la menor cantidad de PCA. De la misma forma, el mejor solvente que evitó la formación de PCA durante la interacción de hipoclorito de sodio con clorhexidina fue agua destilada.

Khatod et al. ¹⁴ (2015). Tuvieron como propósito evaluar los sub productos formados por la interacción de diferentes soluciones irrigantes usados en la práctica endodóntica. Se usó un espectrómetro de masas híbrido cuadrupolo. Hipoclorito de Sodio (0.16%, 1%, 2.5% y 5.25%) fue mezclado con gluconato de clorhexidina (CHX), ácido cítrico 10%, ácido fosfórico 37%, ácido maleico 7%, agua destilada, solución salina y etanol. La interacción entre NaOCl y CHX formó un precipitado color naranja-marrón; el precipitado formado por la interacción de NaOCl y solución salina/etanol se debió a la baja solubilidad y al proceso de eliminación de sales respectivamente. Obtuvieron los siguientes resultados: ácido fosfórico y ácido cítrico al reaccionar con NaOCl conducen

principalmente a la formación de cloro y la irrigación con agua destilada ayuda a prevenir o disminuir la formación del precipitado.

Metri et al. ¹⁵ (2015). Tuvieron como objetivo evaluar la efectividad de dos técnicas de irrigación final con hipoclorito de sodio (NaOCl) y clorhexidina (CHX). 60 dientes recién extraídos (n = 20). Grupo 1 (Grupo control): Irrigación con 5 ml de NaOCl 2.5% y una irrigación final con 5 ml de CHX 2%. Grupo 2: Irrigación con 5 ml de NaOCl 2.5%, seguido de 5 ml de CHX y finalmente 5 ml de solución salina agitada con limas manuales. Grupo 3: 5 ml de NaOCl 2.5% y 5 ml de CHX 2% seguido de 5 ml de ácido cítrico 15% y agitación pasiva ultrasónica. Todas las piezas dentarias se seccionaron en sentido bucolingual y ambas divisiones fueron examinadas bajo un microscopio estereoscópico. Confirmaron la formación de un precipitado color naranja-marrón como consecuencia de la irrigación con NaOCl 2.5% y CHX 2%. La agitación del irrigante intermedio con limas manuales o irrigación ultrasónica falló en la remoción del precipitado en el tercio apical. Del mismo modo, la irrigación ultrasónica pasiva fue más efectiva que la agitación con limas manuales.

Mohammadi et al. ¹⁶ (2015). Realizaron un artículo de revisión sobre las interacciones agonistas y antagonistas entre clorhexidina, otros irrigantes y medicamentos. Artículos publicados en inglés entre 2002 y 2014 de la base de datos Medline mostraron que: la combinación de clorhexidina con hipoclorito de sodio causa cambios de color y formación de un precipitado neutral e insoluble de color naranja-marrón (PCA), lo que resulta en una capa de barrillo dentinario químico que cubre los túbulos dentinarios e interfiere en el sellado del sistema de conductos, cambia el color de la pieza dentaria y es tóxico; CHX forma una sal con ácido etildiaminotetraacético (EDTA) e hidróxido de calcio al ser mezclado con CHX aumenta su actividad antimicrobiana y no cambia su alcalinidad

Khadese et al. ¹⁷ (2014). Realizaron una investigación que tuvo como objetivo evaluar la efectividad de irrigantes intermedios para prevenir la formación de precipitados, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio y clorhexidina. 60 piezas dentarias unirradiculares fueron decoronadas e instrumentadas. Grupo 1: Se realizó la irrigación con EDTA 17% e hipoclorito

de sodio 2.5% finalizando con CHX 2%. Grupo 2, 3 y 4: Solución salina 10%, ácido cítrico y alcohol isopropílico 70% fueron usados como irrigantes intermedios respectivamente entre NaOCl 2.5% y CHX 2%. Los dientes fueron seccionados longitudinalmente y examinados bajo un microscopio estereoscópico. Los grupos 1 y 2 mostraron un precipitado color naranja-marrón, concentrado más en los tercios coronal y medio. Por el contrario, los grupos 3 y 4 no mostraron evidencia de precipitado. El espesor del precipitado fue medido usando un Sistema de Análisis de Imagen (Chroma System Pvt. Ltda. India).

Homayouni et al. ¹⁸ (2014). Tuvieron como objetivo evaluar el efecto del precipitado formado por la combinación de hipoclorito de sodio (NaOCl) y clorhexidina (CHX). La muestra estuvo conformada por 100 piezas dentarias divididas en 2 grupos control (n = 5) y 3 grupos experimentales (n = 30). Grupo 1: Irrigación con 1.5 ml de NaOCl 2.5% y luego EDTA 17%. Grupo 2: 1.5 ml de NaOCl 2.5%, 1.5 ml de CHX 2% e irrigación final con NaOCl 2.5%. Grupo 3: 1.5 ml de NaOCl 2.5% + EDTA 17% + 1.5 ml de NaOCl 2.5% y una irrigación final con CHX 2%. Las piezas fueron obturadas con gutapercha y cemento AH 26, después de 7 días fue evaluada la microfiltración mediante la técnica de filtración de fluidos. Obtuvieron que el grupo 3 presentó significativamente mayor microfiltración que el grupo 1 y 2. Adicionalmente, el grupo 1 fue el que presentó menor microfiltración.

Kolosowski et al. ¹⁹ (2014). Evaluaron cualitativamente la formación del precipitado paracloroanilina (PCA) en la superficie de túbulos dentinarios irrigados con NaOCl, seguido de EDTA, NaOCl y CHX o por solución salina y QMix usando espectrofotometría de masas de iones secundarios (TOF-SIMS). Se obtuvieron bloques de dentina de molares maxilares de humanos, los cuales fueron cubiertos con resina y seccionados en dirección transversal. Grupo 1: Inmerso en NaOCl 2.5% seguido de EDTA 17%, NaOCl 2.5% y CHX 2%. Grupo 2: Inmerso en NaOCl 2.5% seguido de solución salina y QMix. Luego los cortes longitudinales de bloques de dentina fueron analizados con TOF SIMS. Toda la muestra fue analizada 3 veces para confirmación. El precipitado con contenido de PCA se formó en túbulos dentinarios irrigados

con NaOCl seguido de CHX y no se detectó precipitado de PCA en túbulos dentinarios irrigados con NaOCl seguido de solución salina y QMix.

Morteson et al. ²⁰ (2012). Realizaron una investigación que tuvo como objetivo determinar si se puede evitar la formación de paracloroanilina (PCA) usando un irrigante intermedio luego del uso de hipoclorito pero antes de clorhexidina. La muestra estuvo conformada por 55 piezas dentarias uniradiculares, las cuales fueron decoronadas y divididas en 3 grupos experimentales y 2 grupos control. Grupo I: Irrigación con 5 ml de solución salina seguido de CHX 2%. Grupo II: Irrigación con 5 ml de ácido cítrico (CA) 50% seguido de CHX 2%. Grupo 3: Irrigación con 5 ml de EDTA 14% seguido de CHX 2%. Control positivo: Irrigación con 5 ml de CHX 2%. Control negativo: Irrigación con 5 ml de NaOCl 6%. Todas las piezas dentarias luego fueron secadas con agujas de aspiración y conos de papel. El análisis químico y cuantificación de PCA fue determinado usando gas cromatográfico/mass spectrometry (GC/MS). Encontraron que ninguno de los irrigantes intermedios evitó la formación de PCA, el ácido cítrico fue el que tuvo menor cantidad de formación de PCA en el sistema de conducto radicular.

Gasic et al. ²¹ (2012). Realizaron una investigación que tuvo como objetivo determinar la ubicación donde la mezcla de hipoclorito de sodio (NaOCl) con clorhexidina 0.2% cambia de color y forman un precipitado. Por añadidura, analizar ultraestructuralmente la superficie dentinaria después de la irrigación simultanea de NaOCl 0.5% y CHX 0.2%. 4 tubos en donde se colocó 5 ml de NaOCl a diferentes concentraciones y 5 ml de CHX 0.2%, fueron observados cada 15 minutos en las primeras 2 horas y luego al séptimo día. La mezcla fue centrifugada a 800 rpm/4 minutos y el precipitado fue observado bajo un microscopio de luz. 35 piezas dentarias uniradiculares fueron instrumentadas e irrigadas. Grupo control positivo: Agua destilada. Grupo control negativo: NaOCl 0.5% + EDTA 15%. Grupo experimental: NaOCl 0.5% + EDTA 15% + NaOCl 0.5% + CHX 0.2%. Las piezas dentarias fueron seccionadas longitudinalmente y observadas bajo un microscopio electrónico de barrido. Consecutivamente, la cantidad de debris fue medida bajo un sistema de puntaje. El cambio de color se notó inmediatamente después de realizar la

mezcla y no cambió con el tiempo, hubo mayor cantidad de precipitado en el tercio apical. De la misma manera, encontraron que la interacción de NaOCl y CHX así como la formación de precipitado depende de la concentración de NaOCl y CHX.

Nowicki J, Sem D. ²² (2011). Tuvieron como objetivo determinar la composición química y el peso molecular relativo de los componentes del precipitado formado por la interacción entre hipoclorito de sodio y clorhexidina 2%. Se usó clorhexidina disponible comercialmente (CHX 2%), la solución fue mezclada en proporción 1:1 con NaOCl 5,2% disponible comercialmente, produciendo un precipitado color naranja-marrón. El precipitado y clorhexidina pura fueron analizados usando espectroscopía 1D y 2D NMR. Concluyeron que el precipitado formado por NaOCl y CHX está compuesto por al menos 2 moléculas separadas, de las cuales una es más pequeña que CHX. Este precipitado contiene 2 fragmentos químicos derivados de CHX, clorofenilurea y una molécula relacionada con un enlazador alifático. Si bien no hay datos toxicológicos sobre estos compuestos, sí podría haber problemas de toxicidad si clorofenilurea se metaboliza a PCA.

Basrani et al. ²³ (2010). Tuvieron como objetivo confirmar la presencia de 4-Cloroanilina usando Mass spectofotometry (GC.ms), gas cromatográfico. Una mezcla de 0.5 ml de NaOCl 6.0% y 0.5 ml de CHX 2% fue preparada en un microtubo de propileno 1,5 ml, posteriormente se observó un precipitado de color marrón en la superficie del tubo. La precipitación fue instantánea y no mostró cambio con el tiempo, para el análisis se usó un equipo PerkinElmer Turbomass GC-MS (San Jose, CA). Los resultados mostraron la presencia de paracloroanilina (PCA) en el precipitado formado cuando NaOCl 6.0% fue mezclado con CHX 2%.

Akisue et al. ²⁴ (2010). Tuvieron como objetivo comparar la combinación de hipoclorito de sodio (NaOCl 1%) + clorhexidina (CHX 2%) con ácido cítrico 15% + CHX 2% en permeabilidad dentinaria y formación de precipitado. La muestra estuvo conformada por 34 dientes superiores que fueron preparados con instrumentación rotatoria e irrigados con NaOCl. Las superficies del

conducto radicular fueron condicionadas para la remoción de smear layer usando ácido cítrico 15% bajo activación ultrasónica y una irrigación final con agua destilada. Todos los dientes fueron secados y divididos en 3 grupos iguales; control positivo (PC): no irrigación; grupo (CA + CHX): ácido cítrico 15% + CHX 2%; y grupo (NaOCl + CHX): NaOCl 1% + CHX 2%. Todos los dientes fueron inmersos en Rodamina B durante 24 horas. 1 mm de corte de la unión cemento-esmalte fue scaneado a 400 dpi y analizado usando un software ImageLab (LIDO-USP, Sao Paulo, Brasil) para la evaluación de la microfiltración en porcentaje. Llegaron a la conclusión que la combinación de NaOCl 1% y CHX 2% resulta en la formación de un precipitado que actúa como barrillo dentinario químico y reduce la permeabilidad dentinaria en el tercio apical.

Krishnamurthy et al. ²⁵ (2010). Tuvieron como objetivo evaluar el máximo espesor y la composición química del precipitado formado entre hipoclorito de sodio (NaOCl) y clorhexidina (CHX). También, evaluar la efectividad del precipitado. 40 piezas dentarias de conducto único fueron decoronadas e instrumentadas. En el grupo de prueba (Ts), la irrigación se realizó con EDTA 17% y NaOCl 2.5% seguido de una irrigación final con CHX 2%. En los grupos Abs, Sal y Dw, la irrigación fue similar al grupo Ts, pero se usó irrigantes intermedios: alcohol isopropílico, solución salina y agua destilada respectivamente. Las piezas dentarias fueron seccionadas longitudinalmente y examinadas en un estereomicroscopio. Encontraron que la interacción entre NaOCl 2.5% y CHX 2% formó un precipitado color naranja-marrón, concentrado más en los tercios coronal y medio. En contraste, el grupo Abs no mostró evidencia de precipitado; los grupos Sal y Dw mostraron mínima cantidad de precipitado en los tercios medio y coronal. La composición química fue analizada con resonancia magnética nuclear, se confirmó la presencia de cloro.

Choi et al. ²⁶ (2010). Compararon los diferentes métodos de irrigación para prevenir la formación del precipitado producto de la interacción entre hipoclorito de sodio (NaOCl) y clorhexidina (CHX). La muestra estuvo conformada por 50 piezas dentarias unirradiculares ($n = 10$), la

instrumentación se realizó con el sistema Profile; los irrigantes fueron: NaOCl 2.5% y EDTA 17%. Grupo control: Sólo NaOCl 2.5%. Grupo 1: NaOCl 2.5% + CHX 2%. Grupo 2: NaOCl 2.5% + conos de papel + CHX 2%. Grupo 3: NaOCl 2.5% + preparación con una lima de gran calibre + CHX 2%. Grupo 4: NaOCl 2.5% + alcohol 95% + CHX. Las piezas dentarias fueron seccionadas en sentido bucolingual y observadas en un microscopio de barrido. Consecutivamente, el precipitado y material de oclusión de los túbulos dentinarios fueron analizados con Espectroscopía de Energía Dispersa. Observaron presencia de precipitado en el Grupo 1 (NaOCl 2.5% + CHX 2%).

Bui et al. ²⁷ (2008). Realizaron un estudio que tuvo como objetivo evaluar el efecto de la irrigación con una combinación de NaOCl y CHX en dentina radicular y en túbulos dentinarios usando un microscopio electrónico de barrido (SEM) y un programa de computadora (Photoshop CS2). 44 dientes unirradiculares extraídos fueron instrumentados e irrigados con NaOCl y CHX con la finalidad de producir un precipitado. Llegaron a la conclusión que el precipitado formado por la combinación de NaOCl con CHX tiende a ocluir los túbulos dentinarios en los grupos experimentales cuando son comparados con el grupo control negativo.

Marchesan et al. ²⁸ (2007). Tuvieron como objetivo evaluar la presencia de metales en la asociación de CHX y NaOCl, mediante espectrofotometría de absorción atómica y evaluar la posibilidad de disolver el precipitado. 5 concentraciones de NaOCl fueron mezcladas (NaOCl 2.5% + CHX 0.2%, CHX 2% + NaOCl 0.5%, CHX 0.2% + NaOCl 5%, CHX 0.2% + NaOCl 0.5% y CHX 0.2% + NaOCl 5%); metanol, hexano y ácido acético fueron evaluados para disolver el precipitado. Observaron que el precipitado se formó en todas las concentraciones y proporciones; el análisis con espectrofotometría mostró la presencia de Ca, Fe y Mg. El ácido acético disolvió el precipitado, pero el color marrón permaneció.

2.2. Bases Teóricas

1. Irrigación

El éxito de un tratamiento de conducto depende de la erradicación de microorganismos (si están presentes) del sistema de conducto radicular y la prevención de la reinfección. El objetivo principal de la instrumentación es facilitar la irrigación efectiva, desinfección y obturación. Estudios usando tecnología avanzada como Tomografía Computarizada (CT) han demostrado grandes áreas del conducto radicular principal que no han sido tocadas por los instrumentos; aumentando la importancia de medios químicos (Irrigación y medicación intraconducto) para la limpieza y desinfección de todas las áreas del sistema de conducto radicular ²⁹.

1.1. Objetivos de la irrigación durante el tratamiento de conducto

Objetivos químicos y mecánicos:

Eliminar el barrillo dentinario cuando se ha formado.

Prevenir la formación de barrillo dentinario durante la instrumentación.

Lubricar el sistema de conducto radicular.

Disolver tejidos orgánicos e inorgánicos ¹.

Objetivos biológicos:

Están relacionados a su efecto antibacteriano.

Alta eficacia contra microorganismos anaerobios y facultativos en su forma plactónica y de biofilm bacteriano.

Inactivación de endotoxinas ¹.

2. Irrigantes

2.1. Propiedades del irrigante ideal

- Efectivo germicida y fungicida.
- No irritante de los tejidos periapicales.
- Estable en soluciones.
- Efecto antibacteriano prolongado.
- Activo en presencia de sangre y proteínas derivadas de los tejidos.

- Remoción completa del barrillo dentinario.
- Baja tensión superficial.
- No interferir con la reparación de los tejidos periapicales.
- No debe pigmentar la estructura dentaria.
- Capacidad de desinfectar la dentina y túbulos dentinarios.
- No antigénico, no tóxico y no cancerígeno a las células de los tejidos adyacentes al diente.
- No poseer efectos adversos en las propiedades físicas de la dentina expuesta.
- No poseer efectos adversos en la capacidad de sellado de materiales de obturación.
- Fácil de usar y aplicar.
- Bajo costo ¹.

2.2. Clasificación de los irrigantes

Clasificación de Basrani B. y Haapasalo M.:

A) Agentes químicos:

a) **Soluciones disolventes de tejidos:** Hipoclorito de sodio.

b) Soluciones antibacterianos

i. Bacteriostáticos: Clorhexidina y algunos antibióticos.

ii. Bactericida: Algunos antibióticos e hipoclorito de sodio.

c) Soluciones quelantes

i. Débiles: HEBP.

ii. Fuertes: EDTA.

d) **Combinación de productos (Disolvente de tejido y efecto antibacteriano):** MTAD, QMiX, SmearClear, Tetraclean.

B) Agentes naturales: Te verde, Tripala ¹.

Clasificación de Nisha Garg, Amit Garg:

A. Soluciones no activas químicamente

- Agua
- Solución salina normal
- Anestesia Local

B. Materiales activos químicamente

- Alkalís: Hipoclorito de sodio.
- Agentes quelantes: Ácido etildiaminotetraacético (EDTA).
- Agentes oxidantes: Peróxido de hidrógeno, peróxido de carbamida.
- Agentes antibacterianos: Clorhexidina.
- Ácidos: Ácido hidroclicóricó 30%.
- Enzimas: Papaina, estreptoquinasa, tripsina.
- Detergentes: Lauril sulfato de sodio ³⁰.

2.3. Soluciones antibacterianas

2.3.1. Hipoclorito de sodio

Es usado como un irrigante en endodoncia debido a sus propiedades antibacterianas y capacidad de disolución de tejido orgánico. Posee baja viscosidad, lo que le permite fluir fácilmente dentro del sistema de conducto radicular; fácil disponibilidad y bajo costo. Sus principales desventajas son: toxicidad de su acción para los tejidos vitales y corrosión de metales ³¹.

a) Efectos adversos: Existen muchos reportes de los efectos adversos de NaOCl en las propiedades físicas de la dentina (fuerza de flexión, módulo de elasticidad y microdureza). Estos cambios en las propiedades físicas de la dentina, producen alteraciones en sus fases orgánica e inorgánica. Desde otra perspectiva, para asegurar una completa desinfección se debería modificar: la concentración, volumen, duración y la temperatura del irrigante. Concentraciones altas de hipoclorito de sodio producen mayor alteración en las propiedades de la dentina: reducción del módulo de elasticidad y fuerza de flexión ³².

b) Concentraciones: En la literatura se puede encontrar concentraciones en rangos desde 0.5% hasta 6%. Se ha comprobado que bajas y altas concentraciones son igual de eficientes en la reducción del número de bacterias y en la desinfección del sistema de conductos; pero el efecto de disolución de tejido está directamente relacionado a la concentración ³¹.

- NaOCl 0.5% (Solución de Dakin).
- NaOCl 1% (Solución de Milton).
- NaOCl 2.5% (Licor de Labarraque).
- NaOCl 4% - 6.5% (Soda Clorada doblemente concentrada).
- NaOCl 5.25% (Preparación Oficial USP) ³³.

c) Volumen: Es más crítico que la concentración durante la desinfección. Es trascendental realizar cambios frecuentes de NaOCl y usar grandes cantidades de irrigante para compensar las bajas concentraciones. NaOCl se inactiva muy rápido, por esta razón los cambios deben ser como máximo cada 2 minutos ³².

d) Mecanismo de acción:

- *Reacción de saponificación:* Hipoclorito de Sodio actúa como un solvente de tejido orgánico y grasa, degrada ácidos grasos y los transforma en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), reduciendo la tensión superficial y la solución remanente.
- *Reacción de neutralización:* Neutraliza aminoácidos formando agua y sal; el pH se reduce con la salida de iones hidroxilos.
- *Formación de ácido hipocloroso:* Cuando el cloro se disuelve en agua y está en contacto con materia orgánica forma ácido hipocloroso. Este es un ácido débil con fórmula química HClO que actúa como un agente oxidante. Ácido hipocloroso (HOCl-) e iones hipoclorito (OCl-) permiten la degradación de amino ácidos e hidrólisis.
- *Acción solvente:* Hipoclorito de sodio actúa como un solvente, liberando cloro que se combina con grupos aminoproteicos (NH) para la formación de cloraminas (Reacción de cloraminación). Las cloroaminas impiden el metabolismo de las células; el cloro es un oxidante fuerte e inhibe enzimas bacterianas de la oxidación irreversible de grupos SH (grupos sulfhidrilo) ³⁴.

e) Efecto en Biofilms: Clegg et al. demostraron que NaOCl 6% fue el único agente que removió el biofilm y eliminó bacterias. Hay un efecto dosis-

dependencia de NaOCl en contra de las bacterias, las concentraciones altas tuvieron mayor efecto antibacteriano. NaOCl 3% y 6% mostraron ausencia de biofilm, NaOCl 1% mostró ruptura del biofilm y CHX 2% mantuvo el biofilm intacto ³².

2.3.2. Gluconato de clorhexidina

Ha sido usada desde hace 50 años para la prevención de caries dental, terapia periodontal y como colutorio bucal. Se ha recomendado como un irrigante en endodoncia debido a sus propiedades de amplio espectro, acción antibacteriana, substantividad y baja toxicidad ³⁵.

a) Estructura y mecanismo de acción

Es una bisguanida catiónica sintética que consiste en dos anillos simétricos de 4-clorofenil y dos grupos bisguanida conectados mediante una cadena de hexametileno. CHX es una molécula hidrófoba y lipofílica cargada positivamente que interactúa con fosfolípidos y lipopolisacáridos en la membrana celular de las bacterias y luego entra la célula a través de mecanismos de transporte activo o pasivo. Adicionalmente, CHX es una base y es estable en sal ³⁶.

Dependiendo de su concentración, CHX puede tener efecto bactericida o bacteriostático. A altas concentraciones, CHX actúa como detergente y ejerce su efecto bactericida al dañar la membrana celular y provocar la precipitación del citoplasma. A bajas concentraciones, CHX es bacteriostático y origina que sustancias de bajo peso molecular (potasio y fósforo) migren hacia el exterior de la membrana celular sin que la célula sea permanentemente dañada ³¹.

b) Limitaciones

No se indica el uso de CHX como irrigante único y principal a consecuencia de: incapacidad para disolver materia inorgánica, inacción sobre el barrillo dentinario y menor efecto antibacteriano sobre el biofilm ³².

c) Indicaciones:

- En dientes con ápices abiertos o que presenten perforaciones, donde existe riesgo de extrusión de NaOCl.
- Cuando es deseable un efecto antibacteriano máximo como irrigante final luego de EDTA, para facilitar la desinfección y aumentar la adhesión dentinaria (cuando es relevante) ³².

d) Substantividad:

Así como las tetraciclinas, CHX tiene la característica en donde la dentina medicada con ella adquiere la propiedad de substantividad antimicrobiana. Los iones cargados positivamente liberados por CHX son absorbidos dentro de la dentina y previenen la colonización microbiana en la superficie dentinaria durante algún tiempo más allá desde la aplicación del medicamento ³⁶.

La substantividad antimicrobiana de CHX ha sido evaluada en diversos estudios de endodoncia y periodoncia, puesto que depende del número de moléculas de CHX disponibles para interactuar con la dentina. Mahendra et al. en el 2014 evaluaron y compararon la substantividad antimicrobiana de diferentes concentraciones de clorhexidina (0.1%, 1% y 2%) mediante análisis microbiológico, utilizando agar mitis-salivarius-bacitracina-estreptomicina. Encontraron que la substantividad de CHX 2% fue mejor que 1% seguido de 0.1% y estuvo directamente relacionada con la concentración ³⁷.

En contraste, Lin et al. en el 2003 atribuyeron la substantividad de CHX a su capacidad de ser adsorbida en la dentina durante la primera hora. Ellos manifestaron que la capacidad antimicrobiana de CHX aumenta con el tiempo después de que se alcanza el punto máximo de saturación ³⁸.

Souza et al. investigaron la substantividad de CHX en solución y gel, encontrando que ambos tienen un tiempo de substantividad de 90 días ³⁹.

e) Disolución de tejido orgánico, biofilm y barrillo dentinario

La literatura ha mostrado que la acción de CHX depende del pH (es más estable en un pH entre 5 y 8) y su actividad se reduce en presencia de materia orgánica. CHX no disuelve tejido orgánico, no es eficiente en la remoción o disolución de biofilm y no remueve el barrillo dentinario ⁴⁰.

2.4. Soluciones no activas Químicamente

2.4.1. Solución salina normal

Es una solución isotónica para los fluidos corporales y ha sido usada universalmente como irrigante en muchos procedimientos quirúrgicos. A causa de que los tratamientos de conductos son considerados procedimientos quirúrgicos, es usada rutinariamente ⁴¹.

Origina debridamiento y lubricación del conducto radicular. Debe usarse junto a un irrigante químico porque su acción es muy suave, puede ser usada como irrigante final para remover el irrigante químico que quedó luego de la preparación ⁴².

Ventajas:

Es biocompatible en naturaleza.

No posee efectos adversos, incluso si se extruye a los tejidos periapicales.

Su presión osmótica es la misma que de la sangre.

Desventajas:

No posee propiedades de disolución de tejidos.

No posee propiedades de desinfección.

No elimina flora bacteriana localizada en áreas inaccesibles como conductos accesorios.

No remueve el barrillo dentinario.

No posee actividad antibacteriana ³⁰.

3. Alcohol Isopropílico

Su uso como irrigante intermedio entre NaOCl y CHX previene la formación de precipitados; porque es volátil, tensioactivo y altamente electronegativo. Ayuda en el secado de los conductos y puede penetrar para remover NaOCl residual presente en los conductos ²⁵. En un estudio in vitro, se usó alcohol isopropílico 96% para remover los cristales de NaOCl en la gutapercha después de irrigar con NaOCl 5.25% ⁴³.

4. Interacción entre irrigantes

La revisión de la literatura sostiene que el uso de más de un irrigante durante los tratamientos de conductos tiene un impacto en el tratamiento, porque entran en contacto dentro del conducto radicular ocasionando posibles interacciones antagonistas ⁴².

Reporte de interacciones entre irrigantes

Mixture	Reaction product or byproduct	Undesirable result	Chemical reaction	First author	Journal	Year
NaOCl + EDTA	Cl ₂ (gas)	Loss on active chlorine content	Breakdown of NaOCl at low pH	Grawehr	J Endod	2003
				Zehnder	J Endod	2005
				Zehnder	J Endod	2006
				Baumgartner	J Endod	1987
				Clarkson	J Endod	2011
	Glioxalic acid; EDTA	Degradation of EDTA molecule	Oxidation of EDTA (after 7 minutes of reaction)	Grande	J Endod	2006
NaOCl + CHX	Orange-brown precipitate	Potentially Toxic compound; color change	Redox reaction	Krishnamurthy	J Endod	2010
				Basrani	J Endod	2007
				Vivaqua-Gomes	Int End J	2002
				Zehnder	J Endod	2006
				Bui	J Endod	2008
				Marchesan	Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod	2007
NaOCl + CA	Cl ₂ (gas)	Loss on active chlorine content	Breakdown of NaOCl at low pH	Baumgartner	J Endod	1987
CHX + EDTA	Salt; white precipitate	Chemical degradation of CHX	Salt formed by neutralization between CHX and EDTA	Rasimick	J Endod	2008
CHX + CA			No reaction known	González-López	J Endod	2006

Fuente. Rossi-Fedele G, Dogramaci E, Andrea R. Guastalli, Steier L, Poli de Figueiredo J. Antagonistic Interactions between Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine, EDTA, and Citric Acid (2012) ⁴².

Interacción entre NaOCl y CHX

La combinación de NaOCl y CHX produce cambio de color y formación de un precipitado, la reacción es dependiente de la concentración de NaOCl. A altas concentraciones de NaOCl, la cantidad de precipitado es mayor si se usa CHX 2%. Se ha demostrado que el cambio de color puede tener relevancia clínica porque causa tinción del diente. De igual forma, el precipitado puede interferir en el correcto sellado de la obturación del tratamiento de conducto ³².

Paracloroanilina (PCA)

Basrani et al. evaluaron la naturaleza química de PCA y reportaron la formación de 4-chloroaniline (PCA) ⁸. De igual manera, en un estudio reciente usando un análisis TOF-SIMS se observó la penetración de PCA dentro de los túbulos dentinarios. PCA ha demostrado ser tóxico en humanos en un

tiempo de exposición corto, resultando en cianosis (manifestación de formación de metahemoglobina) ²⁸.

PCA tiene usos en la industria de pesticidas y tintes, se ha demostrado que es cancerígeno en animales; posee un producto de degradación (1- cloro – 4 – nitrobenceno), el cual también es cancerígeno. Como una amina aromática, su efecto tóxico primario es la formación de metahemoglobina ⁴².

La formación de precipitado puede ser explicada mediante la reacción ácido base que ocurre cuando NaOCl y CHX se mezclan. CHX, un ácido di-catiónico (pH 5.5 – 6.0) tiene la habilidad de donar protones; NaOCl es alcalino y puede aceptar protones de CHX di-catiónico. Este intercambio de protones da lugar a una sustancia neutral insoluble “precipitado” ⁴².

Prevención de la formación de Paracloroanilina (PCA)

La interacción puede ser evitada usando:

- EDTA u otros irrigantes después de NaOCl y antes de CHX o alternadamente.
- Conos de papel para realizar el secado de los conductos entre cada cambio de irrigante y antes de la irrigación final ⁴⁴.

Krishnamurthy et al. recomendaron el uso de alcohol absoluto para prevenir la formación de PCA. Del mismo modo, solución salina y agua destilada como irrigantes intermedios para minimizar su formación dentro del sistema de conducto radicular ²⁵.

2.3. Hipótesis

El efecto en la formación de Paracloroanilina, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato de clorhexidina 2% difiere al utilizar solución salina normal 0.9% o alcohol isopropílico 90% como irrigantes intermedios.

2.4. Identificación de las variables

- Tipo de irrigante intermedio.
- Efecto en la formación de paracloroanilina.

2.5. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	CATEGORÍA
Tipo de irrigante intermedio	Soluciones sin propiedades antibacterianas que son usadas para eliminar el irrigante principal que quedó.	-----	Tipo de irrigante intermedio empleado de acuerdo a su principio activo.	Nominal	Solución salina normal 0.9% Alcohol isopropílico 90%
Efecto en la formación de paracloroanilina.	Precipitado citotóxico color naranja-marrón, formado por la interacción entre hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina.	-----	Presencia del precipitado en el conducto radicular.	Ordinal	0 = Conducto radicular libre de precipitado. 1 = Precipitado presente en menos de la mitad del conducto radicular. 2 = Precipitado presente en más de la mitad del conducto radicular. 3 = Conducto radicular completamente cubierto por el precipitado.

PROBLEMA EN PREGUNTA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS	VARIABLE(S)
¿Cuál es el efecto de dos irrigantes intermedios en la formación del precipitado paracloroanilina, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato de clorhexidina 2%?	Analizar el efecto de dos irrigantes intermedios en la formación del precipitado paracloroanilina, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato de clorhexidina 2%.	Evaluar la formación de paracloroanilina al realizar irrigaciones de hipoclorito de sodio 2.5%, seguido de solución salina normal 0.9% y finalmente con gluconato de clorhexidina 2%.	El efecto en la formación de paracloroanilina, producto de la interacción entre hipoclorito de sodio 2.5% y gluconato de clorhexidina 2% difiere al utilizar solución salina normal 0.9% o alcohol isopropílico 90% como irrigantes intermedios.	Variables Independientes Irrigantes principales. Tipo de irrigante intermedio. Variable Dependiente Efecto en la formación de paracloroanilina.
		Evaluar la formación de paracloroanilina al realizar irrigaciones de hipoclorito de sodio 2.5%, seguido de alcohol isopropílico 90% y finalmente con gluconato de clorhexidina 2%.		
		Evaluar la formación de paracloroanilina sin el uso de irrigante intermedio.		
		Comparar el efecto de dos irrigantes intermedios en la formación de paracloroanilina en los grupos a estudiar.		

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Estudio

- Experimental: Porque se manipuló las variables independientes, para analizar las consecuencias sobre la variable dependiente.
- Randomizado-paralelo: Porque la muestra estuvo dividida en 2 grupos experimentales y un grupo control. Cada grupo experimental recibió un sólo irrigante intermedio, el grupo control no recibió irrigante intermedio (fue utilizado como referencia y comparación).
- Transversal: Porque los resultados se analizaron en un sólo momento de la investigación.
- Prospectivo: Porque el estudio analizó los hechos a medida que estos aparecieron.

3.2. Unidad de Análisis

Conducto radicular de las piezas dentarias.

3.3. Población de Estudio

Premolares unirradiculares recién extraídas.

3.4. Tamaño de Muestra

Se realizó un muestro probabilístico y se aplicó la fórmula de comparación de dos variables cualitativas:

$$n = [Z_{\alpha} \cdot \sqrt{2p(1-p)} + Z_{\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}]^2 / (p_1 - p_2)^2$$

Donde: $p = p_1 + p_2 / 2$

Z_{α} = Valor Z correspondiente al riesgo deseado.

p_1 = Proporción del grupo de referencia, placebo, control o tratamiento habitual.

p_2 = Proporción del nuevo grupo, intervención o técnica.

Asumimos un Z_{α} de 1.96, un Z_{β} de 0.10, una proporción esperada para el grupo control de 0.8 y una proporción esperada para el grupo experimental de 0.4 acorde a la variable presencia del precipitado en el conducto radicular del estudio de Benavides et al ¹⁰.

Según estos datos la cantidad mínima necesaria de dientes para el grupo control y experimental de nuestro estudio fue de: $n_c = n_e = 29.218$

Lo que indicó que la cantidad necesaria para obtener una muestra representativa en el estudio in vitro sería de 30 dientes por grupo.

3.5. Selección de la Muestra

a) Criterios de Inclusión

Premolares unirradiculares.

b) Criterios de exclusión

Fractura radicular.

Reabsorciones radiculares.

3.6. Técnica de Recolección de Datos

Tratamiento de conductos

- a) Toda la muestra (90 piezas dentarias) fue decoronada con una fresa fisura de grano negro MDT (código: 166-014XC) en una pieza de mano de alta velocidad con abundante agua a una longitud de 16 mm medida desde el ápice anatómico.
- b) Se determinó la longitud de trabajo mediante la inserción de una lima #10 Flexofile (Dentsply Maillefer) en cada conducto hasta que fue visible en el foramen apical y se restó 1 mm.
- c) Los ápices fueron sellados con cera amarilla pegajosa (Universal) para prevenir extravasación del irrigante.
- d) La preparación biomecánica se realizó con el sistema Protaper Next (Dentsply Maillefer), desde el instrumento X1 (017/04) hasta el instrumento X3 (30/7). Usando movimientos de cepillado a una velocidad de rotación constante de 300 rpm con una ligera presión hacia apical. Además, se usó una lima manual de menor diámetro entre cada instrumento Protaper Next para verificar permeabilidad del conducto radicular.
- e) La irrigación se realizó inyectando 2 ml de NaOCl 2.5% entre cada cambio de instrumento con una jeringa de 5 ml y aguja NaviTip 30 ga / Ø 0,30 mm (Ultradent) a 1 mm de la longitud de trabajo, con movimientos de vaivén.
- f) Se irrigó con 3 ml de EDTA 17% (Biodinámica) durante 2 minutos para la eliminación del barrillo dentinario.

Técnica de irrigación final

Las piezas dentarias fueron divididas en 3 grupos (n = 30) e irrigadas como sigue:

- Grupo 1 (n = 30): 5 ml de hipoclorito de sodio 2.5% + 5 ml de solución salina normal 0.9% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% (FGM) + aspiración y secado con conos de papel.
- Grupo 2 (n = 30): 5 ml de NaOCl 2.5% + 5 ml de alcohol isopropílico 90% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% (FGM) + aspiración y secado con conos de papel.
- Grupo 3 (n = 30): 5 ml de hipoclorito de sodio 2.5% + aspiración y secado con conos de papel + gluconato de clorhexidina 2% (FGM) + aspiración y secado con conos de papel.

Sección de los dientes y análisis

Toda la muestra fue almacenada a 37°C y 95% de humedad durante 24 horas previas a la sección.

La sección de los dientes, se realizó longitudinalmente en dirección vestibulo-lingual con discos separadores regulares de doble corte (Renfert) a baja velocidad y refrigeración.

Una de las mitades de cada pieza dentaria fue vista y fotografiada en un microscopio estereoscópico Leica EZ4 HD a 8x de magnificación. Las imágenes fueron transferidas a una computadora y examinadas con un Software (Adobe Photoshop CS5).

El investigador fue capacitado y calibrado, para determinar la presencia de precipitado color marrón-naranja de acuerdo a un score. La concordancia interobservador se midió con la prueba Kappa de Cohen. Donde $k = 0.878$ (Anexo 01).

Score de presencia del precipitado paracloroanilina:

0 = Conducto radicular libre de precipitado.

1 = Precipitado presente en menos de la mitad del conducto radicular.

2 = Precipitado presente en más de la mitad del conducto radicular.

3 = Conducto radicular completamente cubierto por el precipitado ⁴⁵.

3.7. Análisis e Interpretación de la Información

El procesamiento de la **información se realizó** haciendo uso de una computadora CORE i5, con Windows 10, y con los siguientes softwares:

- Procesador de texto Microsoft Word 2010.
- Microsoft Excel 2010.
- Paquete estadístico IBM SPSS versión 22.

El análisis univariado de los datos se realizó a través de la descripción de las variables; usando tablas de frecuencias simples y de contingencia, así como gráficos de barras.

El análisis bivariado inferencial **se realizó a** un nivel de significancia del 95% a través la prueba de contraste de hipótesis: Kruskal-Wallis debido a la escala ordinal de la variable dependiente. El análisis posterior por pares se realizó a través de la prueba U de Mann-Whitney con la corrección de Bonferroni.

RESULTADOS

Fueron evaluadas 90 muestras (piezas dentales) divididas en tres grupos. 30 piezas para el grupo 1 (5 ml de hipoclorito de sodio 2.5% + 5 ml de solución salina normal 0.9% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel), 30 piezas para el grupo 2 (5 ml de NaOCl 2.5% + 5 ml de alcohol isopropílico 90% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel) y 30 piezas para el grupo 3 (5 ml de hipoclorito de sodio 2.5% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel).

Los resultados de la presente investigación se exponen mediante tablas (1, 2, 3, 4) y gráficos (1, 2, 3):

Tabla 1. Formación de paracloroanilina con el irrigante intermedio, solución salina normal 0.9% (Grupo 1).

Formación de paracloroanilina	N	Porcentaje
Grado 0	7	23.3%
Grado 1	21	70%
Grado 2	2	6.7%
Grado 3	0	0

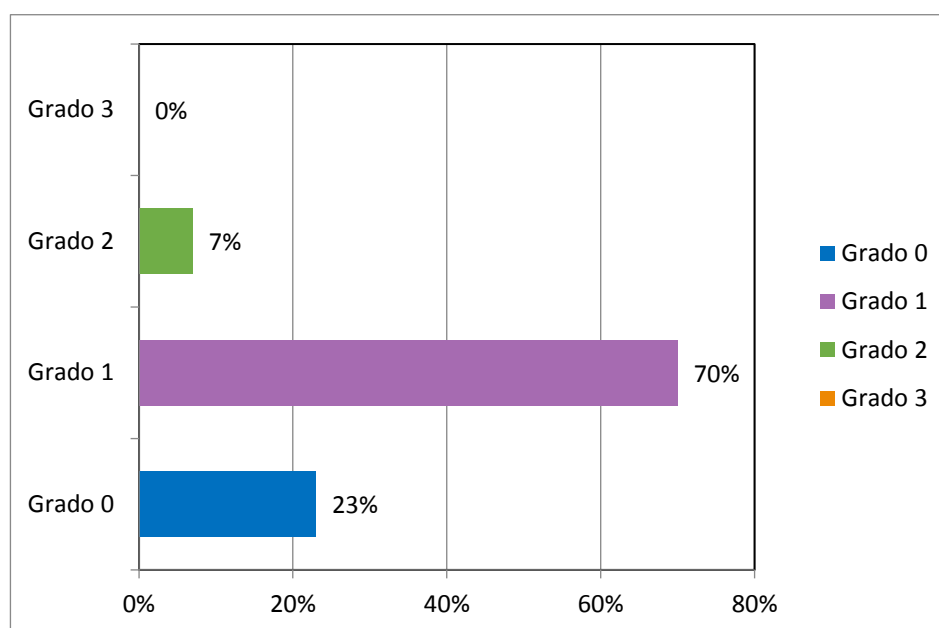


Gráfico 1. Formación de paracloroanilina en el grupo 1 (Porcentaje).

En el grupo 1 (Tabla 1), el 70% de piezas dentarias mostró precipitado en menos de la mitad del conducto radicular (Grado 1), el 23.3% estuvo libre de precipitado (Grado 0) y 6.7% mostró precipitado en más de la mitad del conducto radicular (Grado 2).

Tabla 2. Formación de paracloroanilina con el irrigante intermedio, alcohol isopropílico 90% (Grupo 2).

Formación de paracloroanilina	N	Porcentaje
Grado 0	16	53.3%
Grado 1	13	43,3%
Grado 2	1	3.3%
Grado 3	0	0

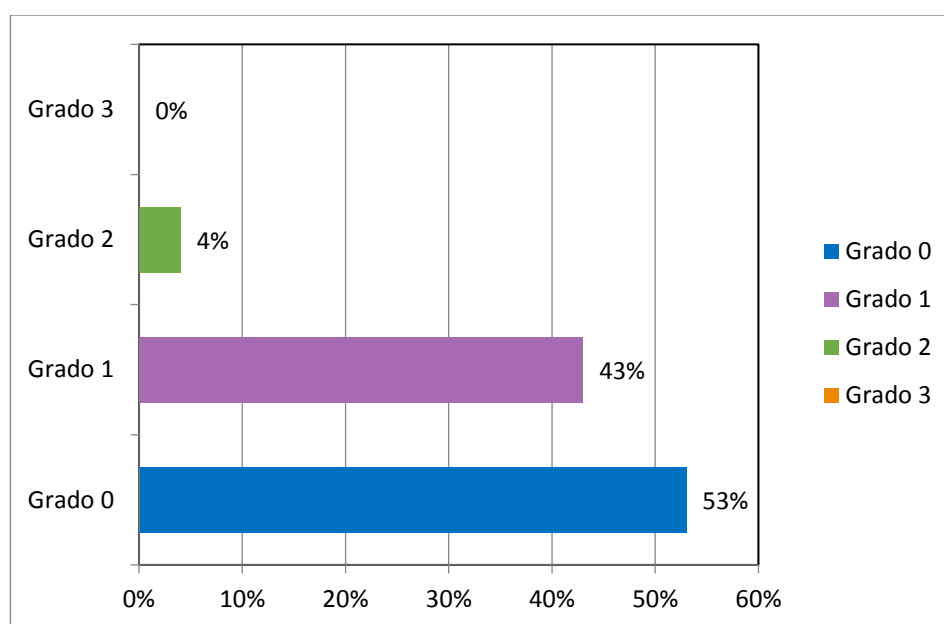


Gráfico 2. Formación de paracloroanilina en el grupo 2 (Porcentaje).

En el grupo 2 (Tabla 2), el 53,3% de piezas dentarias presentó conducto radicular libre de precipitado (Grado 0), el 43,3% mostró precipitado en menos de la mitad del conducto radicular (Grado 1) y el 3.3%, con conducto radicular completamente cubierto por precipitado.

Tabla 3. Formación de paracloroanilina sin el uso de irrigante intermedio (Grupo 3).

Formación de paracloroanilina	N	Porcentaje
Grado 0	0	0
Grado 1	0	0
Grado 2	5	16.7%
Grado 3	25	83.3%

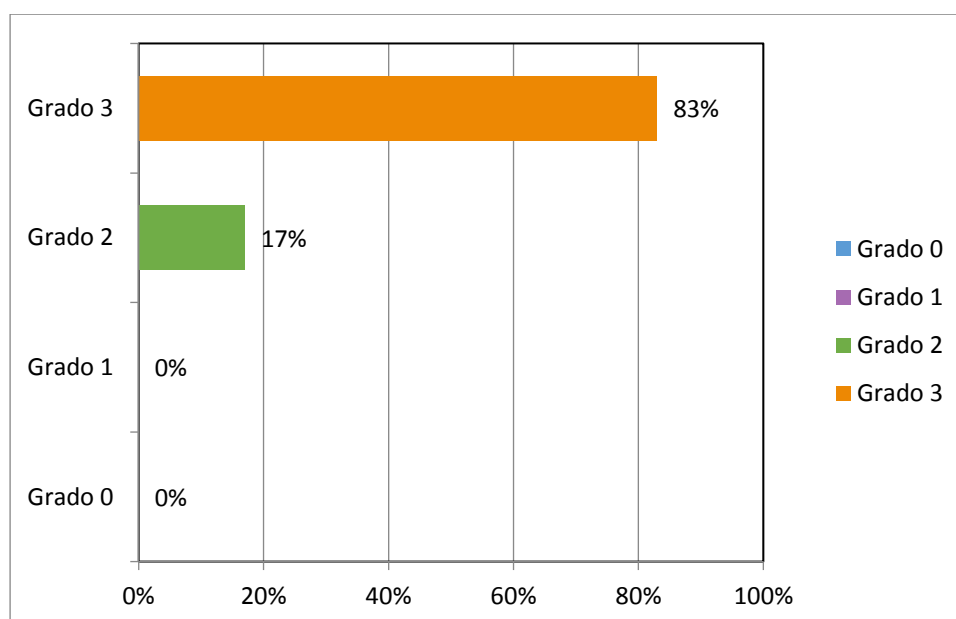


Grafico 3. Formación de paracloroanilina en el grupo 3 (Porcentaje).

En el grupo 3 (Tabla 3) el 83,3% de piezas dentarias presentó conducto radicular completamente cubierto por precipitado (Grado 3), 16.7% mostró precipitado en más de la mitad del conducto radicular (Grado 2).

Tabla 4. Comparación de la presencia de paracloroanilina según su grupo de estudio.

Formación de paracloroanilina	Grupos			
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Total
Grado 0	7 (23,3%)	16 (53,3%)	0	23 (25,6%)
Grado 1	21 (70%)*	13 (43,3%)	0	34 (37,8%)
Grado 2	2 (6,7%)	1 (3,3%)	5 (16,7%)	8 (8,9%)
Grado 3	0	0	25 (83.3%)**	25 (27.8%)
Total	30	30	30	90 (100%)

P < 0.001 H de Kruskal-Wallis

*p > 0.05 U de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni intergrupo 1 y 2

** p < 0.05 U de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni intergrupo 2 y 3

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas (U de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni = $p > 0.05$) al realizar la comparación del grupo 1 con el grupo 2. El grupo 2 mostró 16 (53.3%) piezas dentarias sin presencia de PCA. En comparación con el grupo 1, donde se evidenció 7 (23.3%) piezas dentarias libres de PCA.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas (U de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni = $p < 0.05$) al realizar la comparación del grupo 2 con el grupo 3. El grupo 2 mostró 16 (53.3%) piezas dentarias libres de presencia de PCA. En comparación con el grupo 3, donde no se evidenciaron piezas dentarias sin presencia de PCA.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas (U de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni = $p < 0.05$) al realizar la comparación del grupo 1 con el grupo 3. El grupo 1 mostró 7 (23.3%) piezas dentarias sin presencia de PCA. En comparación con el grupo 3, donde no se evidenciaron piezas dentarias sin presencia de PCA.

DISCUSIÓN

La muestra de la presente investigación estuvo conformada por 90 piezas dentarias, divididas en 3 grupos ($n = 30$). Se concluyó que la presencia del precipitado paracloroanilina se encuentra relacionado al uso de irrigantes intermedios entre hipoclorito de sodio y gluconato de clorhexidina.

Encontrándose diferencias estadísticamente significativas (U de Mann-Whitney = $p < 0.05$), al realizar la comparación del grupo 1 con el grupo 2. El grupo 2 mostró 16 (53.3%) piezas dentarias sin presencia de PCA. En comparación con el grupo 1, donde se evidenció 7 (23.3%) piezas dentarias libres de PCA.

Se obtuvo resultados similares al estudio de Magro et al.¹¹ quienes observaron que los irrigantes intermedios (alcohol isopropílico, solución salina y agua destilada) no evitaron la formación de precipitado en las paredes del conducto radicular después del uso de NaOCl y CHX. Estos resultados coinciden con los de la presente investigación, dado que a pesar del uso de irrigantes intermedios hubieron piezas dentarias con presencia de PCA. Asimismo, Riquelme et al.¹³ concluyeron que el irrigante que mejor evitó la formación de PCA durante la interacción de hipoclorito de sodio con gluconato de clorhexidina fue agua destilada. Son distintos a los resultados obtenidos por Khadese et al.¹⁷ quienes observaron que el grupo donde no se usó irrigante intermedio y el grupo donde se usó solución salina normal como irrigante intermedio presentaron precipitado color naranja-marrón (concentrado más en la mitad del conducto radicular desde coronal). Los grupos donde se usó ácido cítrico y alcohol isopropílico 70% no mostraron evidencia de precipitado. Con respecto a la ubicación del precipitado a lo largo

del conducto radicular, no coincide con los resultados obtenidos en esta investigación, donde se observó mayor presencia de precipitado en la mitad del conducto radicular desde apical.

En investigaciones sobre la ubicación del precipitado, Gasic et al.²¹ observaron piezas cortadas longitudinalmente en un microscopio electrónico y midieron la cantidad de debris bajo un sistema de puntaje. Encontrando mayor cantidad de precipitado en menos de la mitad del conducto radicular. De la misma forma, llegaron a la conclusión que la interacción entre NaOCl, CHX y la formación de precipitado depende de la concentración de NaOCl y CHX. Resultados que concuerdan con la presente investigación, pues hubieron más piezas dentarias con precipitado color naranja-marrón ubicado en menos de la mitad del conducto radicular.

Si bien los resultados de Morteson et al.²⁰ no coinciden con los del presente estudio, podría atribuirse a la aplicación de metodología distinta. Ellos mediante un análisis químico y cuantificación de PCA con gas cromatográfico/mass spectrometry (GC/MS), encontraron que los irrigantes intermedios (solución salina, ácido cítrico y EDTA) no evitaron la formación de PCA. El ácido cítrico fue el que tuvo menor cantidad de formación de PCA en el sistema de conducto radicular, seguido de EDTA y solución salina.

En investigaciones sobre composición del precipitado, Basrani et al. analizaron una mezcla de NaOCl 6% y CHX 2% con gas cromatográfico. Observaron sólo la presencia de PCA cuando NaOCl 6.0% es mezclado con CHX 2% y ausencia de otra anilina derivada del precipitado. Lo que diverge del estudio de Nowicki J, Sem D.²² quienes analizaron el precipitado formado entre CHX y NaOCl, conjuntamente clorhexidina pura con espectroscopía 1D y 2D NMR. Concluyeron que este precipitado contiene 2 fragmentos químicos derivados de CHX: clorofenilurea, y una molécula relacionada con un enlazador alifático; podría haber problemas de toxicidad si clorofenilurea se metaboliza a PCA. Los resultados de ambos estudios pudieron haber sido influenciados por el método de análisis y medición.

Krishnamurthy et al.²⁵ evaluaron el máximo espesor y la composición química del precipitado formado entre NaOCl y CHX. Encontraron que la interacción

entre NaOCl y CHX formó un precipitado color naranja-marrón, concentrado a nivel coronal y medio. El grupo de alcohol isopropílico no mostró evidencia de precipitado, los grupos de solución salina y agua destilada mostraron mínima cantidad de precipitado a nivel medio y coronal. Finalmente, se confirmó la presencia de cloro en el análisis con resonancia magnética nuclear. No coincidiendo con Choi et al. ²⁶ quienes compararon: conos de papel, preparación con una lima de gran calibre y alcohol 95% como métodos para prevenir la formación del precipitado formado entre NaCl y CHX. El precipitado y material de oclusión de los túbulos dentinarios fueron analizados con espectroscopía de energía dispersa y observaron que hubo presencia de precipitado y oclusión de túbulos dentinarios en el grupo donde no se usó irrigante intermedio. Akisue et al. ²⁴ llegaron a la conclusión que la combinación de NaOCl 1% y CHX 2% resulta en la formación de un precipitado que actúa como un barrillo dentinario químico que reduce la permeabilidad dentinaria en menos de la mitad de la longitud del conducto radicular. Los resultados de los 3 estudios anteriores coinciden con la presente investigación, porque se formó un precipitado al usarse NaOCl junto con CHX.

Desde otra perspectiva, Marchesan et al. ²⁸ analizaron la presencia de metales en la asociación de CHX y NaOCl (mediante espectrofotometría de absorción atómica) y la posibilidad de disolver el precipitado. Encontrando presencia de Ca, Fe y Mg; el ácido acético disolvió el precipitado, pero el color marrón permaneció. Estos resultados no coinciden con los del presente estudio porque con el irrigante intermedio sí se logró evitar la formación de precipitado y coloración naranja-marrón. Podría atribuirse a que la forma de medición (con espectrofotometría de absorción atómica) genera diferencias en los resultados a causa de que es una metodología diferente a la aplicada en el presente estudio.

Bui et al. ²⁷ Observaron en un microscopio electrónico de barrido que el precipitado formado por la combinación de NaOCl y CHX ocluyó los túbulos dentinarios de piezas dentarias. Este resultado concuerda con la investigación de Mohammadi et al.¹⁶ quienes realizaron un artículo de revisión sobre las

interacciones agonistas y antagonistas entre clorhexidina, otros irrigantes y medicamentos. Artículos publicados en inglés entre 2002 y 2014 de la base de datos Medline, mostraron que la combinación de CHX con NaOCl causa cambio de color y forma un precipitado neutral e insoluble de color naranja-marrón (PCA); lo que se asemeja con lo encontrado en la presente investigación. Igualmente, Arslan et al. ¹² compararon CHX y QMix en términos de formación de precipitado naranja-marrón en conductos radiculares; evidenciaron que PCA estuvo presente en la mezcla de CHX y NaOCl. Coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio. Sin embargo, difiere con Benavides et al. ¹⁰ quienes después de analizar una mezcla de hipoclorito de sodio 5.25% y gluconato de clorhexidina 2% con espectroscopía de resonancia magnética afirmaron que el precipitado no presenta PCA.

CONCLUSIONES

1. Al analizar el efecto de los irrigantes intermedios: alcohol isopropílico 90% y solución salina normal 0.9%. Se concluye que la irrigación con alcohol isopropílico 90% entre NaOCl 2.5% y CHX 2% demostró menor formación de PCA en premolares unirradiculares.
2. Se observó que la solución salina normal 0.9% evitó la presencia de PCA en 7 piezas dentarias. Además, ninguna pieza dentaria presentó PCA en toda la longitud del conducto radicular.
3. Se comprobó que el alcohol isopropílico al 90% evitó mejor la presencia de PCA, porque se obtuvieron 16 piezas dentarias libres de PCA. Asimismo, ninguna pieza dentaria presentó PCA en toda la longitud del conducto radicular.
4. Al evaluar la formación de PCA sin el uso de irrigante intermedio, se confirmó que todas las piezas dentarias presentaron PCA. 25 de ellas a lo largo de todo el conducto radicular.
5. Al realizar la comparación de PCA, se concluye que el alcohol isopropílico al 90% evitó la formación del precipitado paracloroanilina en 17 piezas dentarias en comparación con solución salina normal 0.9% que evitó la presencia de PCA en 7 piezas dentarias.

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones con hipoclorito de sodio a concentraciones mayores y menores de 2.5%. Puesto que, la concentración de hipoclorito de sodio varía según el diagnóstico de la pieza dentaria.
2. Realizar estudios con el uso de microscopio de fluorescencia, con el objetivo de comparar los resultados.
3. Investigar la penetración del precipitado color naranja-marrón en los túbulos dentinarios. Mediante la evaluación con un microscopio electrónico de barrido.
4. Tomar en cuenta los resultados de la presente investigación, para mejorar los procedimientos clínicos durante el desarrollo de tratamientos de conductos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Basrani B. Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics*. 2012; 27(1): 74-102.
2. Cullen J, Wealleans J, Timothy C. Kirkpatrick, Yaccino Y. The Effect of 8.25% Sodium Hypochlorite on Dental Pulp Dissolution and Dentin Flexural Strength and Modulus. *J Endod*. 2015; 41(6): 1-5.
3. Bettina Basrani. *Endodontic Irrigation. Chemical disinfection of the root canal system*. Ed. Springer; 2015.
4. Orhan E, Irmak O, HÜr D, Yaman B, Karabucak B. Does Para - chloroaniline Really Formed after Mixing Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine? *J Endod*. 2016; 42(3): 455-459.
5. Gu L, Kim J, Ling J, Choi K, Pashley D, Tay F. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *J Endod*. 2009; 35(6): 791-804.
6. Zehnder Matthias. Root Canal Irrigants. *J Endod*. 2006; 32(5): 389-398.
7. Prado Maíra et al. Interactions between Irrigants Commonly Used in Endodontic Practice: A Chemical Analysis. *J Endod*. 2013; 39(4): 505-510.
8. Basrani B, Manek S, Sodhi R, Fillery R, Manzur A. Interaction between

Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate. J Endod. 2007; 33(8): 966-969.

9. Vouzara T, Koulaouzidou E, Ziouti F, Economides N. Combined and independent cytotoxicity of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid and chlorhexidine. Int Endod J. 2016; 49(8): 764-773.
10. Benavides M, Hernández E, Soto V. Análisis espectroscópico del precipitado formado por la mezcla de hipoclorito de sodio y clorhexidina utilizando resonancia magnética nuclear. Int. J. Dental Sc. 2014; 17(3): 55-60.
11. Magro M, Kuga M, Aranda-Garcia A, Victorino K, Chávez-Andrade G, Faria G, Keine K, Só M. Effectiveness of several solutions to prevent the formation of precipitate due to the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine and its effect on bond strength of an epoxy-based sealer. Int Endod J. 2015; 48(5): 478-483.
12. Arslan H, Uygun A, Keskin A, Karatas E, Seckin F, Yildirim A. Evaluation of orange-brown precipitate formed in root canals after irrigation with chlorhexidine and QMix and spectroscopic analysis of precipitates produced by a mixture of chlorhexidine/NaOCl and QMix/NaOCl. Int Endod J. 2015; 48(12): 1199-1203.
13. Riquelme M, Correa V, Araya P, Neira M, Yévenes I. Water and physiological saline to prevent the formation of p-chloroaniline. Int. J. Odontostomat. 2015; 9(3): 399-404.
14. Khatod K, Saxena A, Chandak M, Heda A, Vardhan A. Chemical Interactions between Different Irrigating Solutions: A Spectrometric Study. IOSR-JDMS. 2015; 14(4): 69-74.

15. Metri M, Hegde S, Dinesh K, Indiresha H, Nagaraj S, Bhandi S. Comparative evaluation of two final irrigant techniques for the removal of the precipitate formed by the interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine. *J Contemp Dent Pract.* 2015; 16(11): 850-853.
16. Mohammadi Z, Giardino L, Palazzi F, Asgary S. Agonistic and antagonistic interactions between chlorhexidine and other endodontic agents: A critical review. *Int Endod J.* 2015; 10(1): 1-5.
17. Khadse P, Kamra A, Banga S. Effectiveness of various intermediate irrigants for the prevention of precipitate formed by the interaction of sodium hypochlorite and chlorhexidine - An In Vitro Study. *Endodontology.* 2014; 26(2): 309-313.
18. Homayouni H, Moradi N, Zohrehei H, Mosavari B, Adel M, Dajmar R. Homayouni A. The Effect of Root Canal Irrigation with Combination of Sodium Hypo-chlorite and Chlorhexidine Gluconate on the Sealing Ability of Obturation Materials. *The Open Dentistry Journal.* 2014; 22(8): 184-187.
19. Kolosowski K, Sodhi R, Kishen A, Basrani B. Qualitative Analysis of Precipitate Formation on the Surface and in the Tubules of Dentin Irrigated with Sodium Hypochlorite and a Final Rinse of Chlorhexidine or QMiX. *J Endod.* 2014; 40 (12): 2036-2040.
20. Mortenson D, Sadilek M, Flake M, Paranjpe A, Heling I, Johnson J, Cohenca N. The effect of using an alternative irrigant between sodium hypochlorite and chlorhexidine to prevent the formation of para-chloroaniline within the root canal system. *Int Endod J.* 2012; 45(9): 878-882.
21. Gasic J, Popovic J, Ivkovic S, Petrovic A, Barac R, Nikolic M. Ultrastructural Analysis of the Root Canal Walls After Simultaneous

- Irrigation of Different Sodium Hypochlorite Concentration and 0.2% Chlorhexidine Gluconate. *Microsc. Res. Tech.* 2012; 75(8): 1099-1103.
22. Nowicki J, Sem D. An In Vitro Spectroscopic Analysis to Determine Whether the Chemical Composition of the Precipitate Formed by Mixing Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine. *J Endod.* 2011; 37(7):983-988.
 23. Basrani B, Manek S, Mathers D, Fillery E, Sodhi R. Determination of 4-Chloroaniline and Its Derivatives Formed in the Interaction of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine by Using Gas Chromatography. *J Endod.* 2010; 36(2): 312-314.
 24. Akisue E, Tomita V, Gavini G, Poli de Figueiredo J. Effect of the Combination of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine on dentinal Permeability and Scanning Electron Microscopy Precipitate Observation. *J Endod.* 2010; 36(5): 847-850.
 25. Krishnamurthy S, Sudhakaran S. Evaluation and Prevention of the Precipitate Formed on Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine. *J Endod.* 2010; 36(7):1154-1157.
 26. Choi MS, Park SH, Cho KM, Kim JW. The comparison of different canal irrigation methods to prevent reaction precipitate between sodium hypochlorite and chlorhexidine. *J Korean Acad Conserv Dent.* 2010; 35(2):80-87.
 27. Bui T, Baumgartner C, Mitchell J. Evaluation of the Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate and its Effect on Root Dentin. *J Endod.* 2008; 34(2):181-185.
 28. Marchesan M, Pasternak B, Maisa de Freitas M, Damião Sousa-Neto M, Paschoalato C. Chemical analysis of the flocculate formed by the

- association of sodium hypochlorite and chlorhexidine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103(5): 103-105.
29. Haapasalo M, Shen Y, Qian W, Gao Y. Irrigation in Endodontics. *Dent Clin N Am.* 2010; 54(2): 291-312.
 30. Nisha Garg, Amit Garg. *Textbook of Endodontics.* Ed3. India: Ed. JAYPEE; 2014.
 31. Spencer H, Lke V, Brennan P. Review: The use of sodium hypochlorite in endodontics — potential complications and their management. *Brit Dent J.* 2007; 202(9): 555-559.
 32. Bettina Basrani. *Endodontic Irrigation. Chemical disinfection of the root canal system.* Ed. Springer; 2015.
 33. **Leonardo MR.** *Endodoncia tratamiento de conductos radiculares: principios técnicos y biológicos.* São Paulo: Artes Médicas Latinoamericana; 2005. 1372p.
 34. **Estrela C. Ciencia** *Endodóntica.* 1ª ed. São Paulo: Ed. Artes Médicas Latinoamerica; 2005. 1032p.
 35. Gusiyska A, Gyulbenkiyan E, Vassileva R, Dyulgerova E, Mironova J. Effective Root Canal Irrigation - A Key Factor of Endodontic Treatment - Review of The Literature. *Int J Recent Sci Res.* 2016; 7(4): 9962-9970.
 36. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* 2009; 42(4): 288-302.
 37. Mahendra A, Koul M, Upadhyay V, Dwivedi R. Comparative evaluation of antimicrobial substantivity of different concentrations of chlorhexidine as a root canal irrigant: An in vitro study. *J Oral Biol Craniofac Res.* 2014;4(3):181–185.

38. Lin S, Zuckerman O, Weiss EI, Fuss Z. Antibacterial efficacy of a new chlorhexidine slow releasing device to disinfect dentinal tubules. J Endod. 2003; 29: 416-418.
39. Souza M, Cecchin D, Farina AP, et al. Evaluation of chlorhexidine substantivity on human dentin: a chemical analysis. J Endod. 2012; 38(9): 1249-1252.
40. Bernardi A, Teixeira C. The properties of chlorhexidine and undesired effects of its use in endodontics. [Quintessence Int.](https://www.researchgate.net/profile/Anarela_Bernardi/publication/275586072_The_properties_of_chlorhexidine_and_undesired_effects_of_its_use_in_endodontics/links/56734d2d08ae04d9b099d28f.pdf) 2015; 46(7): 575-582. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Anarela_Bernardi/publication/275586072_The_properties_of_chlorhexidine_and_undesired_effects_of_its_use_in_endodontics/links/56734d2d08ae04d9b099d28f.pdf
41. Shuja S, Ahmed M, Qureshi R, Humayun H. Comparison of Postoperative Pain Normal Saline Vs. Sodium Hypochlorite as Irrigants. Pakistan Oral & Dent. Jr. 2005; 25 (2): 177-182.
42. Rossi-Fedele G, Dogramaci E, Andrea R. Guastalli, Steier L, Poli de Figueiredo J. Antagonistic Interactions between Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine, EDTA, and Citric Acid. J Endod. 2012; 38(4): 426-431.
43. Short R, Dorn S, Kuttler S. The crystallization of sodium hypochlorite on gutapercha cones after the rapid sterilization technique: an SEM study. J Endod. 2003; 29: 670-673.
44. Mylona Z, Gogos C, Economides N. Influence of Irrigation with NaOCl and Chlorhexidine on Microleakage. Balk J Dent Med. 2015; 19(1): 38-42.
45. Hulsmann M, Rummelin C, Schafer F. Root Canal Cleanliness After Preparation with Different Endodontic Handpieces and Hand

Instruments: A Comparative SEM Investigation. J Endod. 1997; 23(5): 301-306.

ANEXOS

En la tabla 1 se resume los datos de concordancia entre un experto y el investigador.

Tabla 1.

	Investigador				Total	
	Conducto radicular libre de precipitado.	Precipitado presente en menos de la mitad del conducto radicular.	Precipitado presente en más de la mitad del conducto radicular.	Conducto radicular completamente cubierto por el precipitado		
Experto	Conducto radicular libre de precipitado.	1	1	0	0	2
	Precipitado presente en menos de la mitad del conducto radicular.	0	1	0	0	1
	Precipitado presente en más de la mitad del conducto radicular.	0	0	1	0	1
	Conducto radicular completamente cubierto por el precipitado	0	0	0	2	2
Total	1	2	1	2	6	

Se encontró una concordancia interobservador de 0.878 (Tabla 2). Valor que es considerado como muy bueno para la fiabilidad del investigador.

Tabla 2.

	Valor	Error típ. asint. ^a	T aproximada ^b	Sig. aproximada
Medida de acuerdo Kappa	.878	.194	3.429	.001
N de casos válidos	6			

a. Asumiendo la hipótesis alternativa.

b. Empleando el error típico asintótico basado en la hipótesis nula.

ANEXO 02. PRUEBAS ESTADÍSTICAS

- H de Krusall-Wallis**

Rangos				Estadísticos de contraste ^{a,b}	
	Grupo	N	Rango promedio		Score
Score	Grupo 1	30	35.25	Chi-cuadrado	66.385
	Grupo 2	30	26.00	gl	2
	Grupo 3	30	75.25	Sig. asintót.	.000
	Total	90			

a. Prueba de Kruskal-Wallis
b. Variable de agrupación: Grupo.

Se obtiene: $P < 0.001$

- Contraste entre el grupo 1 y grupo 2**

Rangos				
	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Score	Grupo 1	30	35.08	1052.50
	Grupo 2	30	25.92	777.50
	Total	60		

Estadísticos de contraste ^a	
	Score
U de Mann-Whitney	312.500
W de Wilcoxon	777.500
Z	-2.329
Sig. asintót. (bilateral)	.020

a. Variable de agrupación: Grupo

P con corrección es 0,06

- **Contraste entre el grupo 1 y grupo 3**

Rangos				
	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Score	Grupo 1	30	15.67	470.00
	Grupo 3	30	45.33	1360.00
	Total	60		

Estadísticos de contraste^a

	Score
U de Mann-Whitney	155.000
W de Wilcoxon	470.000
Z	-7.006
Sig. asintót. (bilateral)	.115

a. Variable de agrupación: Grupo

P con corrección es 0,345

- **Contraste entre el grupo 2 y grupo 3**

Rangos				
	Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Score	Grupo 2	30	15.58	467.50
	Grupo 3	30	45.42	1362.50
	Total	60		

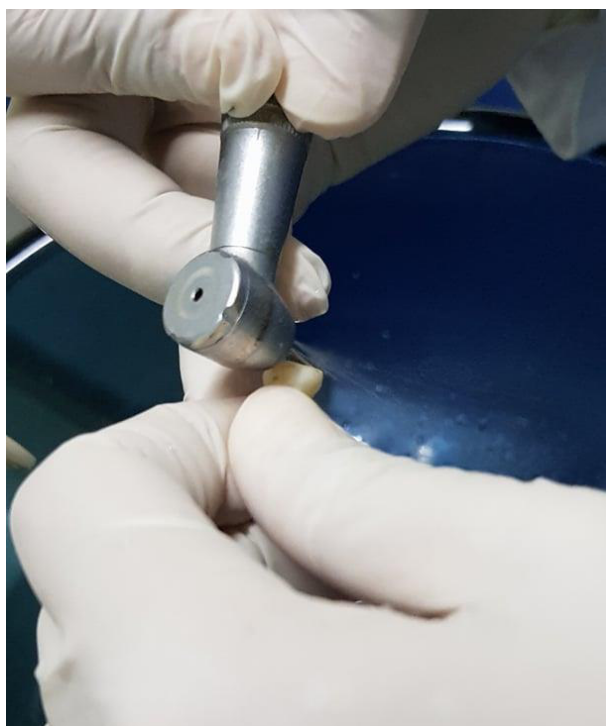
Estadísticos de contraste^a

	Score
U de Mann-Whitney	2.500
W de Wilcoxon	467.500
Z	-6.983
Sig. asintót. (bilateral)	.000

a. Variable de agrupación: Grupo

P con corrección es 0,00

ANEXO 03. FOTOGRAFÍAS



Corte de dientes con fresa fisura (16 mm)



Muestra (90 piezas dentarias)



Alcohol isopropílico 90%

Solución salina normal 0.9%



Hipoclorito de Sodio 4%

Gluconato de Clorhexidina 2%

Ácido Etildiaminotetraacético 17%



Preparación biomecánica con sistema Protaper Next



Protocolo de irrigación



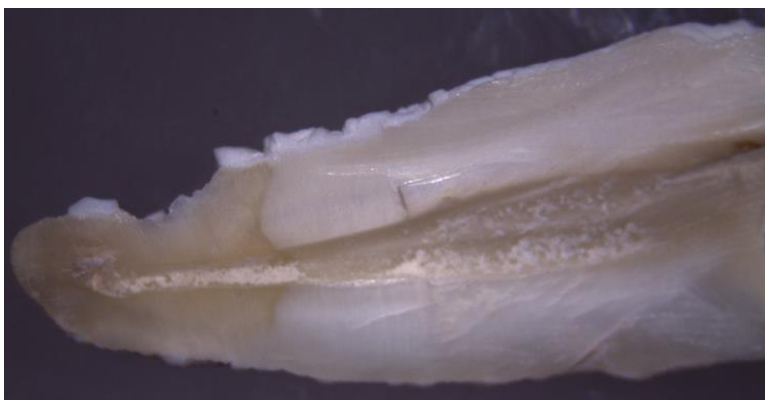
Secado con conos de papel



Almacenamiento de muestra durante 24 horas

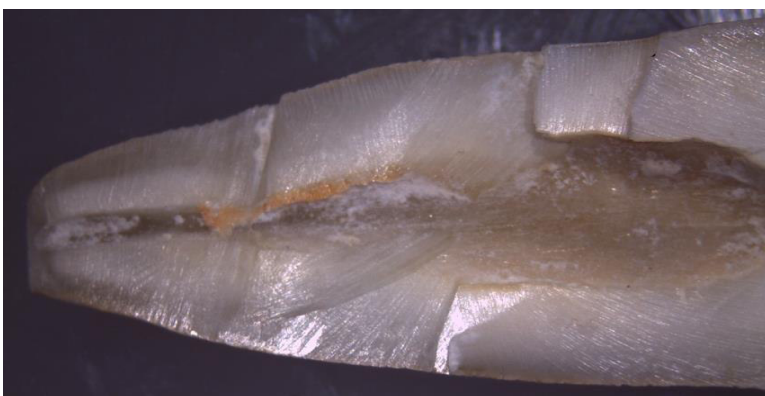
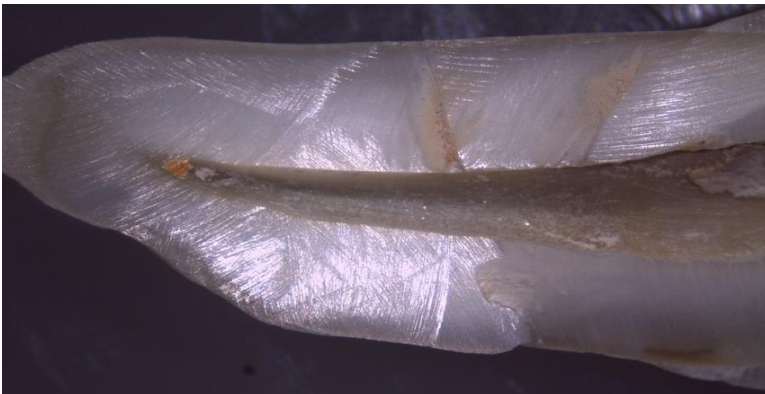
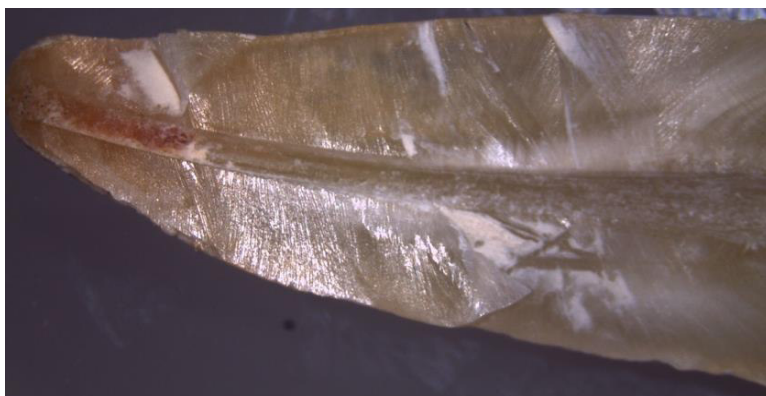
Cortes longitudinales del Grupo 1



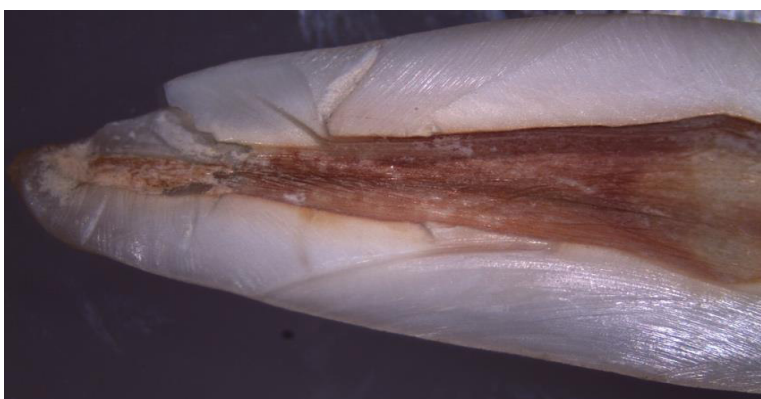


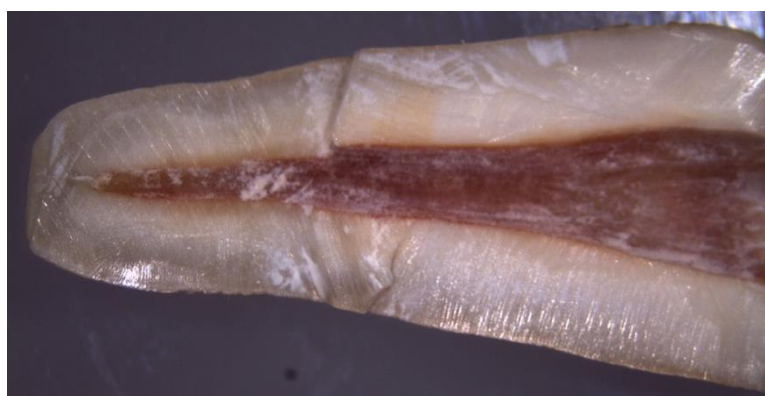
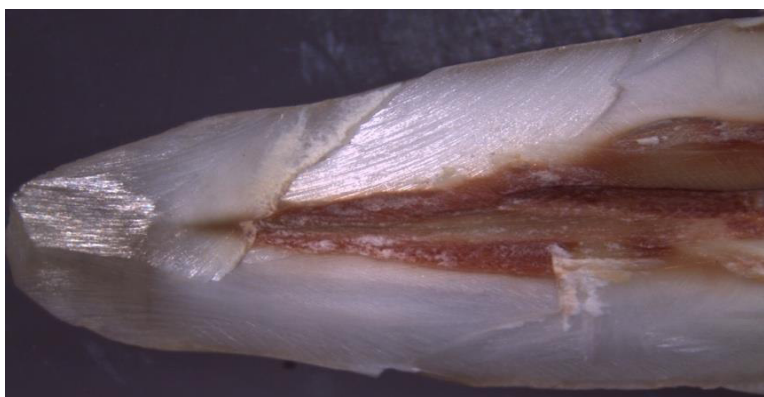
Cortes longitudinales del Grupo 2





Cortes longitudinales del Grupo 3







Microscopio estereoscópico Leica EZ4 D de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM



ANEXO 04. INSTRUMENTOS

GRUPO 1 (n = 30): 5 ml de hipoclorito de sodio 2.5% + 5 ml de solución salina normal 0.9% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel.	
Muestra	Score*
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

*

0 = Conducto radicular libre de precipitado.

1 = Precipitado presente en menos de la mitad del conducto radicular.

2 = Precipitado presente en más de la mitad del conducto radicular.

3 = Conducto radicular completamente cubierto por el precipitado.

Grupo 2 (n = 30): 5 ml de NaOCl 2.5% + 5 ml de alcohol isopropílico 90% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel.	
Muestra	Score*
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

*

0 = Conducto radicular libre de precipitado.

1 = Precipitado presente en menos de la mitad del conducto radicular.

2 = Precipitado presente en más de la mitad del conducto radicular.

3 = Conducto radicular completamente cubierto por el precipitado

Grupo 3 (n = 30): 5 ml de hipoclorito de sodio 2.5% + aspiración y secado con conos de papel + 5 ml de gluconato de clorhexidina 2% + aspiración y secado con conos de papel.	
Muestra	Score*
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

*

0 = Conducto radicular libre de precipitado.

1 = Precipitado presente en menos de la mitad del conducto radicular.

2 = Precipitado presente en más de la mitad del conducto radicular.

3 = Conducto radicular completamente cubierto por el precipitado